

ANALISIS TRACK QUALITY INDEX (TQI) BERDASARKAN STANDAR KERETA API INDONESIA, POLANDIA DAN INDIA (STUDI KASUS LINTAS BRUMBUNG-KEDUNGGJATI)

Doni Ramadhan ¹⁾, Bagus Hario Setiadji ²⁾, Bambang Riyanto ³⁾

Faculty of Engineering Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia ^{1,2,3)}

Corresponding Author :

doni.sipil@gmail.com ¹⁾, bhsetiadji@ft.undip.ac.id ²⁾, bbriyanto@yahoo.com ³⁾

Abstrak

Terdapat perbedaan dalam menilai kualitas jalur kereta api di negara Indonesia, Polandia dan India. Dalam penelitian ini bertujuan untuk membandingkan metode perhitungan kualitas jalur kereta api sebagai kegiatan perencanaan perawatan jalur dan pengelolaan infrastruktur kereta api. Dalam pengukuran jalur kereta api di lintas Brumbung – Kedungjati menggunakan kereta api EM-120 milik PT Kereta Api Indonesia (Persero) menghasilkan 4 parameter yaitu angkatan, listringan, pertinggian dan lebar sepur. Jenis kereta ukur yang dioperasikan Indonesia dan Polandia dengan jenis yang sama EM-120 sedangkan India jenis SPIC. Lebar sepur di Indonesia 1067 mm, Polandia 1435 mm dan India 1676 mm. Metode yang digunakan dalam penelitian tabulasi silang. Hasil dari tabulasi silang untuk jenis kategori standar Indonesia (TQI) menghasilkan kondisi baik sekali sedangkan kategori standar India (TGI) menghasilkan perawatan mendesak (PM) sebesar 67 data dengan persentase 32,4% sehingga terdapat ketimpangan nilai antara TQI dan TGI. Hasil dari tabulasi silang untuk batasan kecepatan standar Indonesia (TQI) menghasilkan batasan kecepatan max 100-120 km/jam sedangkan standar Polandia (J. Coef Synthetic) dengan kecepatan >120 km/jam sebesar 49 data dengan persentase 23,7% sehingga untuk batasan kecepatan memiliki kemiripan.

Kata Kunci: Berisi dua sampai lima kata/frasa dengan tanda baca titik koma pemisah

Abstract

There are differences in assessing the quality of railroads in Indonesia, Poland and India. In this study the aim is to compare the method of calculating the quality of railroad tracks as an activity for planning maintenance of tracks and managing railroad infrastructure. In measuring the railroad track on the Brumbung - Kedungjati route using the EM-120 train owned by PT Kereta Api Indonesia (Persero) it produced 4 parameters namely force, electricity, height and gauge width. The type of measuring train operated by Indonesia and Poland is the same type EM-120 while India is the SPIC type. The gauge width in Indonesia is 1067 mm, Poland is 1435 mm and India is 1676 mm. The method used in this research is cross tabulation. The results of the cross-tabulation for the Indonesian standard category (TQI) resulted in very good conditions while the Indian standard category (TGI) produced 67 urgent care (PM) data with a percentage of 32.4% so that there was an imbalance in values between TQI and TGI. The results of the cross-tabulation for the Indonesian standard speed limit (TQI) produce a max speed limit of 100-120 km/h while the Polish standard (J. Coef Synthetic) with speeds > 120 km/h is 49 data with a percentage of 23.7% so that for the limit speed is simila.

History:

Received : 25 Februari 2023

Revised : 10 Oktober 2023

Accepted: 23 Oktober 2023

Published: 31 Oktober 2023

Publisher: LPPM Universitas Darma Agung

Licensed: This work is licensed under

[Attribution-NonCommercial-No](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Derivatives 4.0 International \(CC BY-NC-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



Keywords: Longitudinal, Track Gauge, Horizontal Alignment, Cross Level, Cross Tabulation, Track Quality Index (TQI)

PENDAHULUAN

Hasil analisis kualitas bagian lintasan yang diperoleh dari rencana kegiatan pemeliharaan jalur kereta api bertujuan untuk pengelolaan prasarana perkeretaapian sedemikian rupa sehingga kondisi struktur perkeretaapian tetap aman dan handal (IRFAN SEPTIADI, 2021). Perhatian diberikan pada penentuan tingkat kerusakan geometri lintasan sehubungan dengan pencapaian nilai batas indikator kualitas dan efektivitas pemeliharaan korektif. Beban lalu lintas yang dihasilkan dari interaksi ruang rel menciptakan tekanan terbesar pada rel, yang kapasitas bebannya menentukan kapasitas beban seluruh struktur rel (Sumantri, 2017).

Manajemen infrastruktur kereta api mampu meningkatkan efektivitas biaya dan waktu perawatan dengan menggunakan perencanaan perawatan berdasarkan analisis indeks kualitas perkeretaapian (TQI) (Perhubungan, 2019). Indeks kualitas lintasan adalah kombinasi dari indikator kualitas dengan beberapa pendekatan yang dihitung menurut metode perhitungan numerik (Sumantri, 2017). Tujuan utama pemantauan parameter geometri lintasan adalah untuk mengontrol tingkat kerusakan dan memodelkan pengembangan kualitas di masa depan (PUTRI, 2019). Dengan menggunakan Indeks Kualitas Lintasan (TQI) memberikan informasi untuk mengevaluasi indikator kinerja perkeretaapian dengan membandingkan kualitas lintasan sebelum dan sesudah pemeliharaan menggunakan kereta ukur.

Track Quality Index (TQI) adalah suatu nilai atau hasil berupa angka dari hasil pengukuran kendaraan pengukur (Wantana et al., 2020). Kereta ukur milik PT. Kereta Api Indonesia (Persero) adalah jenis EM-120 yang bekerja dalam evaluasi jalur kereta api, yang digunakan untuk mengukur kondisi geometris jalur kereta api. Kereta ukur milik Indonesia dan Polandia memiliki jenis sama EM-120 dan India jenis SPIC (*Self-Propelled Inspection Car*). Parameter kereta EM-120 adalah pembacaan pertinggian, angkatan, listringan, dan lebar sepur dalam satuan panjang atau milimeter (Kurniawan, 2015). Nilai indeks kualitas *Track Quality Index* (TQI) ditentukan sebagai nilai kontrol untuk konsistensi keandalan hasil perawatan kereta api yang diharapkan dapat meningkatkan keselamatan lalu lintas kereta api (EKO WIDI, 2023).

Karakteristik lebar jalur kereta api di dunia memiliki perbedaan masing-masing (Rosyidi, 2015). Lebar sepur <1435 mm umumnya digunakan di Indonesia, Amerika Latin, Jepang, Afrika Selatan, Malaysia dan Thailand. Lebar standar biasa digunakan untuk ukuran internasional 1435 mm digunakan di Turki, Iran, Jepang dan negara Eropa. Lebar sepur >1435 mm digunakan di Finlandia, Spanyol, Pakistan, Portugal dan India.

Lintas Brumbung - Kedungjati melalui Semarang-Solo merupakan Daerah Operasi 4 Semarang. Kota Semarang pusat perekonomian Jawa Tengah dan ketersediaan infrastruktur transportasi sangat penting untuk menopang pertumbuhan ekonomi (Bened et al., 2020). Pada tahun 2020 Direktorat Perkeretaapian Indonesia telah melaksanakan pekerjaan penggantian rel dari tipe rel R42 menjadi tipe R5, penggantian bantalan besi dengan bantalan beton, penggantian balas, dan penggantian bantalan kayu di jembatan serta perbaikan di geometri lintasan api yang untuk meningkatkan kualitas jalur kereta api yang hasilnya dapat meningkatkan keselamatan lalu lintas dan kecepatan operasional kereta api.

METODE PENELITIAN

Metodologi untuk penelitian *Analisis Track Quality Index (TQI)* berdasarkan Standar Perkeretaapian Indonesia (Karunianingrum & Widyastuti, 2020), Polandia dan India dengan pendekatan kuantitatif yaitu tabulasi silang data. Sebelum dimulai penelitian melakukan studi literatur agar sesuai dengan peraturan yang berlaku.

A. Klasifikasi Jalan Rel Berdasarkan Lebar Sepur

Lebar sepur yang di terdiri dari 3 jenis di dunia yaitu <1435 mm, 1435 mm dan >1435 mm (Rosyidi, 2015) antara lain :

1. Sepur sempit merupakan lebar sepur <1435 mm umumnya digunakan di Indonesia (1067 mm), Amerika Latin, Afrika Selatan, Thailand dan Kamboja.
2. Sepur standar (*Stephenson gauge*) merupakan ukuran lebar sepur yang digunakan sebagian besar di dunia internasional dengan lebar 1435 mm atau 4 ft atau 8½ inch yang tersebar di Amerika, Inggris, Kanada, Turki, Iran, Jepang dan beberapa negara – negara Eropa.
3. Sepur lebar merupakan lebar sepur >1435 mm umumnya digunakan di Finlandia, Rusia (1524 mm), Spanyol, Portugal, Pakistan dan India (1676 mm).

B. Perhitungan *Track Quality Index (TQI)* Indonesia

Kualitas jalur kereta api didefinisikan sebagai nilai numerik yang menggambarkan keadaan relatif topografi permukaan lintasan (Vale dkk., 2010). Dalam hal ini, metrik kualitas jalur kereta api didasarkan pada standar deviasi. Standar deviasi (SD) memberikan ikhtisar dari semua kualitas jalur kereta api yang dihitung (Rizwan Bin Faiz & Edirisinghe Sameer Singh, 2010). *Track Quality Index (TQI)* dihitung menggunakan standar deviasi dari nilai setiap segmen dalam rumus menggunakan Persamaan 1 (Karunianingrum & Widyastuti, 2019).

$$s = \sqrt{\frac{\sum xi^2 - \frac{\sum xi^2}{n}}{n-1}} \quad (1)$$

Dengan *s* adalah nilai standar deviasi, $\sum xi^2$ adalah jumlah nilai *x* dikuadratkan, *n*

adalah jumlah data. Metode pengukuran Track Quality Index (TQI) terdiri dari empat parameter yaitu angkatan, listringan, lebar sepur dan pertinggian. Selain parameter tersebut, kecepatan kereta ukur juga dicatat selama pengukuran. Data pengukuran direkam terus menerus sepanjang segmen (200 m). Data angkatan, listringan dan pertinggian satu bagian sepanjang 40 meter dan lebar jalur satu bagian sepanjang 20 meter (Lubis & Widyastuti, 2020). Perbandingan ukuran sekilu tidak termasuk dalam perhitungan ini karena akan terjadi duplikasi. TQI ini tidak memiliki satuan dan jumlah dari unit yang sama (mm) tetapi vektor yang berbeda (Chayati, 2020). Perhitungan TQI dapat dilihat Persamaan 2 (Karunianingrum & Widyastuti, 2019).

$$TQI = s_{ang} + s_{lis} + s_{per} + s_{lbr. Sepur} \quad (2)$$

Dengan **sang** adalah standar deviasi angkatan, **s lis** adalah standar deviasi listringan, **s per** adalah standar deviasi pertinggian, **s lbr. sepur** adalah standar deviasi lebar sepur. Standar nilai *Track Quality Index* (TQI) dapat ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar Nilai Track Quality Index (TQI) Indonesia

Kategori	Total TQI	Kecepatan (km/jam)	Jenis Kategori
I	$TQI \leq 20$	100 -120	Baik Sekali
II	$20 < TQI \leq 35$	80 – 100	Baik
III	$35 < TQI \leq 50$	60 – 80	Sedang
IV	>50	<60	Jelek

Perawatan lintasan kereta api yang dilaksanakan PT Kereta Api Indonesia (Persero) adalah kegiatan pemeliharaan, perbaikan dan pemulihan material dan geometri rel agar tetap dalam kondisi kerja sehingga rel dapat berjalan dengan aman pada batas kecepatan (SHINTIA ALDRIN, 2022). Perawatan jalur kereta api diklasifikasikan menjadi 2 yaitu perawatan terencana dan perawatan tidak terencana (Peraturan Menteri Perhubungan, 2011).

1. Perawatan terencana terdiri dari perawatan pencegahan dan perawatan korektif. Perawatan pencegahan untuk menjaga kondisi lintasan kereta api secara berkala, sedangkan perawatan korektif untuk mengembalikan fungsi dengan mengganti material yang baru.
2. Perawatan tidak terencana terdiri dari perawatan bersifat darurat dan bersifat spesifik. Perawatan darurat untuk memperbaiki jalur kereta secara mendadak apabila ada bencana contoh terjadi banjir, anjlokkan dan longsoran. Sedangkan bersifat spesifik yang memiliki kompetensi yang spesifik.

C. Perhitungan *Track Quality Index* (TQI) Polandia

J Synthetic Coefficient yang digunakan sebagai ukuran kualitas lintasan berbasis deviasi standar yang dikembangkan oleh *Polish Railways* (Karunianingrum &

Widyastuti, 2019). Standar kereta api Polandia berdasarkan standar deviasi untuk menghitung *J Synthetic Coefficient* (Laubscher, 2021). Indeks ini memperhitungkan empat parameter bentuk lintasan ketidakrataan vertikal, ketidakrataan horizontal, puntiran dan lebar jalur. Persamaan 3 untuk menghitung metode *J Synthetic Coefficient* dalam mm (Karunianingrum & Widyastuti, 2019).

$$J = \frac{S_z + S_y + S_w + (0,5 \times S_e)}{3,5} \quad (3)$$

Dengan **Sz** adalah Standar deviasi dari ketidakrataan vertikal (angkatan), **Sy** adalah Standar deviasi dari ketidakrataan horizontal (listringan), **Sw** adalah Standar deviasi dari twist (pertinggian), **Se** adalah Standar deviasi dari lebar jalur (lebar sepur). Batas kecepatan maksimal yang digunakan pada *J Synthetic Coefficient* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 0. Batas Kecepatan Maksimal Menurut *J Synthetic Coefficient*

Kecepatan (km/jam)	J. Coeff (mm)	Kecepatan (km/jam)	J. Coef (mm)
80	7	150	2,3
90	6,2	160	2
100	5,5	170	1,7
110	4,9	180	1,6
120	4	190	1,5
130	3,5	200	1,4
140	2,8	220	1,1

D. Perhitungan *Track Quality Index (TQI)* India

Indian Railways telah mengembangkan formula yang disebut TGI untuk menggambarkan kualitas jalurnya. Model TGI didasarkan pada standar deviasi dari berbagai parameter geometris sepanjang bagian lintasan 200 m. TGI memberikan nilai yang berbeda untuk parameter geometri yang berbeda, seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 4 (Karunianingrum & Widyastuti, 2019).

$$TGI = \frac{2UI + TI + GI + 6AI}{10} \quad (4)$$

Dengan **UI** adalah *Unevenness Index* (Indeks Ketidakrataan / angkatan), **TI** adalah *twist Index* (Indeks perbedaan *cross level* pada jarak tertentu/pertinggian), **GI** adalah *Gauge Index* (Indeks jarak antara rel / lebar sepur), **AI** adalah *Alignment Index* (Indeks ketidakrataan secara horizontal / listringan). Setiap parameter lintasan yang diukur, indeks dihitung menggunakan persamaan 5 (Karunianingrum & Widyastuti, 2019).

$$GI \text{ atau } TI \text{ atau } AI \text{ atau } UI = 100 \times e^{-\left(\frac{SD_{mes} - SD_n}{SD_{maint} - SD_n}\right)} \quad (5)$$

Dengan *SDmes* adalah standar deviasi parameter geometri terukur, *SDn* adalah mewakili standar deviasi yang ditentukan untuk track baru, *SDmaint* adalah standar deviasi yang ditentukan untuk pemeliharaan. Nilai Standar Deviasi TGI dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Standar Deviasi TGI

Parameter	SD untuk trackbaru	SD untuk pemeliharaan dengan maks kecepatan ≥ 105 km/jam	SD untuk pemeliharaan dengan maks kecepatan < 105 km/jam
Unevenness	2,50	6,2	7,2
Twist	1,75	3,8	4,2
Gauge	1,00	3,6	3,6
Alignment	1,5	3,0	3,0

Sumber : (Rohim dkk., 2010)

Dengan Klasifikasi TGI untuk pemeliharaan dapat ditampilkan pada Tabel 4 :

Tabel 4. Klasifikasi TGI untuk Pemeliharaan

No	Nilai TGI	Persyaratan Pemeliharaan
1	TGI > 80	Tidak membutuhkan pemeliharaan (TMP)
2	50 < TGI < 80	Membutuhkan pemeliharaan dasar (MPD)
3	36 < TGI < 50	Pemeliharaan terencana (PT)
4	TGI < 36	Perawatan mendesak (PM)

E. Analisis Uji *Chi Square* dan Tabulasi Silang

Terdapat beberapa pendekatan untuk tabulasi silang (*crosstab* atau *cross classified*) yang menggunakan uji statistik yang berbeda tergantung pada jumlah variabel teridentifikasi yang berkorelasi (Utami & Nurahaju, 2019). Tabulasi silang digunakan untuk menghitung jumlah kasus dengan kombinasi nilai yang berbeda untuk dua variabel dan untuk menghitung statistik dan pengujiannya (Djaswati G dkk., 2017). Dalam penelitian ini, perhitungan tabulasi silang dilakukan dan perhitungan uji chi-kuadrat, dilambangkan dengan X^2 . Analisis ini dibantu oleh program SPSS. Uji chi-square digunakan untuk menentukan apakah ada hubungan statistik antara kedua variabel yang diukur.

Dalam analisis Uji *Chi Square* dan Tabulasi Silang tabulasi silang data yang digunakan pertama adalah hasil kategori dari perhitungan TQI (Indonesia) dengan TGI (India) (Karunianingrum & Widyastuti, 2019). Yang kedua adalah hasil batasan kecepatan dari perhitungan TQI (Indonesia) dengan batasan kecepatan dari perhitungan *J. Synthetic Coeffisien* (Polandia).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kereta ukur melakukan inspeksi pada jalur Brumbung - Kedungjati yang termasuk daerah operasi 4 Semarang pada KM. 13+400 hingga 34+011. Kereta pengukuran EM-120 memiliki dua jenis data: *on board* dan *off board*. Data *on board* adalah data yang

langsung keluar di monitor kereta ukur EM-120 pada saat pelaksanaan pengukuran dan untuk data off-board data keluaran dapat langsung diproses oleh perangkat lunak seri EM-120 (Fistcar dkk., 2020). Kemudian data dikonversi menjadi beberapa data menggunakan software em120_qig, em120_viso, em120_manual dan em120_datasheet. Pengukuran data lintasan Brumbung – Kedungjati PT Kereta Api Indonesia (Persero) dilakukan pada Juni 2021.

Format data *off-board* dari kereta ukur EM-120 dapat dilihat pada Tabel 5.

Resort	Jalur	Antara	Dari Ke		Device	Panjang	Per	Ang	Lis	Lb. Sp		
			KM	HM							KM	HM
4.20 Kej	Single	Gd-Bbg	34	11	34	0	WSL.	12	24,5	13,2	8,4	1,2
4.20 Kej	Single	Gd-Bbg	34	0	33	984	WSL.	16	19	21,9	12,9	1
4.20 Kej	Single	Gd-Bbg	33	984	33	978	LRS.	6	20,8	12,3	15,5	0
4.20 Kej	Single	Gd-Bbg	33	978	33	956	WSL.	23	9,1	16	11,7	0,7
4.20 Kej	Single	Gd-Bbg	33	956	33	835	LRS.	121	25,6	17	10,4	0,4
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Dengan **Resort** adalah Wilayah Resort Kedungjati, **Jalur** adalah Jumlah jalur lintas *single track*, **Antara** adalah lintas yang diukur, **Tipe** adalah Jenis geometri yang diukur, (WSL = wesel, LK = lengkung, BH = bangunan hikmat / jembatan, LRS = lurus, JPL = perlintasan), **Panjang** adalah panjang yang diukur sesuai dengan tipe, **Per** adalah hasil nilai standar deviasi pertinggian dari output KA ukur, **Ang** adalah hasil nilai standar deviasi angkatan dari output KA ukur, **Lis** adalah hasil nilai standar deviasi listringan dari output KA ukur, **Lb Sr** adalah hasil nilai standar deviasi lebar sepur dari output KA ukur.

A. Perhitungan Nilai Track Quality Index (TQI) Standar Kereta Api Indonesia

Hasil perhitungan nilai *Track Quality Index* (TQI) yang menghasilkan jenis kategori jalur kereta api dan batasan kecepatan kereta api dapat dilihat pada Tabel 6.

No	Dari Ke		Device	Pjg	Per	Ang	Lis	Lb. Sp	TQI	Jenis Kategori	Batas Kec
	Km	Hm									

Doni Ramadhan ¹⁾, Bagus Hario Setiadji ²⁾, et al., **Analisis Track Quality Index (Tqi) Berdasarkan Standar Kereta Api Indonesia, Polandia Dan India...**

No	Dari Ke				Device	Pjg	Per	Ang	Lis	Lb. Sp	TQI	Jenis Kategori	Batas Kec
	Km	Hm	Km	Hm	Tipe	M							
1	33	835	33	817	Jpl.	19	34,9	18,6	15,5	0	69,00	Jelek	<60
2	33	817	33	800	Lrs.	18	29	22,2	6,4	0	57,60	Jelek	<60
3	34	0	33	984	Wsl.	16	19	21,9	12,9	1	54,80	Jelek	<60
4	31	697	31	683	Bh.	14	21,7	18,6	13,3	0,4	54,00	Jelek	<60
5	33	956	33	835	Lrs.	121	25,6	17	10,4	0,4	53,40	Jelek	<60
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
203	25	266	25	262	Jpl.	4	3,9	0,6	3,1	0	7,60	Baik Sekali	100-120
204	16	835	16	828	Bh.	8	1,3	4,6	1,2	0	7,10	Baik Sekali	100-120
205	16	909	16	901	Bh.	8	1,2	3,7	1,4	0,6	6,90	Baik Sekali	100-120
206	26	202	26	200	Lrs.	2	2,9	1,6	0,9	0,1	5,50	Baik Sekali	100-120

Akumulasi perhitungan TQI didapatkan hasil persentase sesuai dengan jenis kategori jalur kereta api dapat dilihat pada Tabel 7.

$$\text{Persentase} = \frac{f(\text{frekuensi kategori})}{n(\text{jumlah data})} \times 100\%$$

Tabel 7. Nilai Persentase TQI

TQI	Jumlah data	Presentase
Baik sekali (TQI ≤ 20)	128	61,8 %
Baik (20 < TQI ≤ 35)	64	30,9 %
Sedang (35 < TQI ≤ 50)	10	4,8 %
Jelek (>50)	5	2,4%

Persentase terbesar dari kategori TQI didapatkan yaitu 61,84% yaitu kategori I yang menunjukkan bahwa jalur kereta api tergolong **baik sekali** dengan batasan kecepatan

100-120 km/jam. Sesuai dengan TQI rata-rata mendapatkan hasil 20,60 sehingga kategori I menunjukkan jalur baik sekali dengan Batasan kecepatan 100-120 km/jam.

SIMPULAN

Hasil analisa kualitas lintasan jalur kereta api dengan standar Indonesia, Polandia dan India dapat disimpulkan sebagai berikut. Pertama, Hasil analisis *Track Quality Index* (TQ) berdasarkan Standar Kereta Api Indonesia menghasilkan persentase terbesar 61,84% dan rata – rata TQI dengan hasil 20,60 yaitu kategori I yang menunjukkan bahwa lintasan tersebut tergolong “Baik Sekali” dengan batasan kecepatan 100-120 km/jam. Standar Kereta Api Polandia didapatkan persentase terbesar 25,6% yang menunjukkan bahwa lintasan tersebut memiliki batas kecepatan 120 km/jam namun rata – rata *J. Synthetic Coeffisien* dengan hasil 5,80 menunjukkan bahwa lintasan tersebut memiliki batas kecepatan 100 km/jam. Standar kereta api India menghasilkan persentase terbesar 70,5% dan rata – rata TGI dengan hasil 35,16 yaitu menunjukkan bahwa lintasan tersebut membutuhkan “Perawatan Mendesak” (PM). Kedua, Hasil analisis uji statistik tabulasi silang untuk mengukur kualitas rel kategori Standar Perkeretaapian Indonesia (TQI) dan *Indian Railway Standard* (TGI) menunjukkan bahwa kategori TQI dalam kondisi “Baik Sekali” dengan jumlah data sebanyak 128 dengan persentase 61,8%, sedangkan jumlah total kategori TGI yang memerlukan Perawatan Mendesak (PM) sebanyak 146 data dengan persentase 70,5%. Sehingga kondisi ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan antara indeks TQI dan TGI. Hasil grafik kualitas lintasan kereta api Brumbung – Kedungjati terlihat adanya perbedaan pola grafik. Grafik TGI (India) menunjukkan pola yang fluktuatif sedangkan TQI (Indonesia) adalah pola grafik yang stabil. Ketiga, Hasil analisis uji statistik tabulasi silang pengukuran batas kecepatan antara standar kereta api Indonesia (TQI) dan standar kereta api Polandia (*J. Synthetic Coefficient*) menunjukkan bahwa batas kecepatan TQI adalah 100-120 Km/Jam dengan total 128 data dengan persentase 61,8% sedangkan *J. Synthetic Coefficient* adalah 100-120 Km/Jam dengan total 72 data dengan persentase 34,8% sehingga kondisi ini menunjukkan kesamaan batasan kecepatan. Hasil grafik batasan kecepatan terlihat bahwa pola fluktuatif yang hampir sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Bened, M., Pahala, Y., Susanto, P. C., & Tajudin, T. (2020). Optimalisasi Pesawat Cargo Perintis dan Tol Laut Terhadap Distribusi Logistik Nasional. *Aviasi: Jurnal Ilmiah Kedirgantaraan*, 17(2), 66–80.
- Chayati, F. S. (2020). *Klasifikasi Emosi Pada Tweet Menggunakan Metode Support Vector Machine*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- EKO WIDI, W. (2023). *Analisis Penggunaan Rel Pada Proyek Peningkatan Jalur Kereta Api Lintas Kisaran-Rantau Prapat Segmen Kisaran–Mambang Muda*.

- IRFAN SEPTIADI, I. S. (2021). *Kebutuhan Sumber Daya Manusia Dalam Perawatan Jalan Rel Lintas Kiaracondong-Cicalengka Setelah Dibangunnya Jalur Ganda*. Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD.
- Karunianingrum, D. I., & Widyastuti, H. (2019). Kualitas Indeks Track Geometri Sebagai Indikator Penilaian Kualitas Track Melalui Metode Yang Berbeda (Studi Kasus: Cirebon-Cikampek). *Jurnal Transportasi: Sistem, Material, Dan Infrastruktur*, 2(1), 6–10.
- Karunianingrum, D. I., & Widyastuti, H. (2020). Penilaian Indeks Kualitas Jalan Rel (Track Quality Index) berdasarkan Standar Perkeretaapian Indonesia (Studi Kasus: Cirebon-Cikampek). *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 18(1), 81–86.
- Lubis, R. R. A., & Widyastuti, H. (2020). Penentuan Rekomendasi Standar Track Quality Index (TQI) untuk Kereta Semicepat di Indonesia (Studi Kasus: Surabaya-Cepu). *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 18(1), 39–44.
- Perhubungan, K. (2019). Direktorat Jenderal Perkeretaapian. *Buku Statistik Bidang Perkerataapian Tahun*.
- PUTRI, N. A. (2019). *Pengembangan Alat Penabur Pakan Ikan Otomatis Pada Aquarium Berbasis Internet of Things (iot)*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- SHINTIA ALDRIN, S. (2022). *Efektifitas dan Efisiensi Pemeliharaan Jalan Rel Menggunakan HTT (Hand Tie Temper) dan MTT (Multi Tie Temper) di Petak Jalan Serpong-Cisauk*. Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD.
- Sumantri, D. A. (2017). *Evaluasi Perencanaan Jembatan Beton Bertulang Balok T Dengan Variasi Mutu Dari K-200-K-300*.
- Utami, D. N., & Nurahaju, R. (2019). *Psychological Well Being Pelaut: Apakah Berbeda Jika Ditinjau Dari Usia?*
- Wantana, A. H., Widyastuti, H., & Prastyanto, C. A. (2020). Prediksi Nilai Track Quality Index (TQI) Berdasarkan Data Frekuensi dan Beban Lalu Lintas untuk Lebar Sepur 1067. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 22(2), 131–142.